

INVESTOR IN PEOPLE

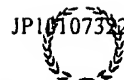
PN - JP10107322 A 19980424  
PA - NICHIA KAGAKU KOGYO KK  
PD - 1998-04-24  
PR - JP19960257206 19960930  
OPD - 1996-09-30  
TI - LED DISPLAY  
IN - NAGAMINE KUNIHIRO; IZUNO KUNIHIRO  
ICO - T01L33/00B7  
EC - H01L33/00B3B  
IC - H01L33/00

© WPI / DERWENT

PN - JP10107322 A 19980424 DW199827 H01L33/00 008pp  
PA - (NICH-N) NICHIA KAGAKU KOGYO KK  
TI - Structure of LED indicator used in indoor-outdoor display boards, large sized video apparatus - has substrate made of specific ceramic and metal with concave opening, which is closed by coating member containing specific elements  
PR - JP19960257206 19960930  
IC - H01L33/00  
AB - J10107322 The structure includes a substrate (101), on which a conductor wiring (104) and set of concave openings are formed. A LED chip (102) containing gallium-nitride group compound semiconductor is electrically connected with the wirings through the openings.  
- The openings are sealed with a coating member (103) containing a specific fluorescent material. The substrate is made of specific ceramic and metal along with thermally conductive filler consisting of heat resistant organic resin. The coating member includes elements like yttrium, gadolinium and lanthanum.  
- ADVANTAGE - Improves angle of visibility. Simplifies manufacture. Increases directional characteristic.  
- (Dwg. 1/3)  
OPD - 1996-09-30  
AN - 1998-303806 [27]

© PAJ / JPO

PN - JP10107322 A 19980424  
PA - NICHIA CHEM IND LTD  
PD - 1998-04-24  
AP - JP19960257206 19960930  
IN - NAGAMINE KUNIHIRO; IZUNO KUNIHIRO  
TI - LED DISPLAY  
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve an improved fineness and a high visual field angle, improve reliability, and make an LED display thin by arranging a conductor wire and selecting a substrate with a plurality of recessed openings from ceramic, a metal substrate, and a heat-resistance organic resin with a thermally conductive filler.

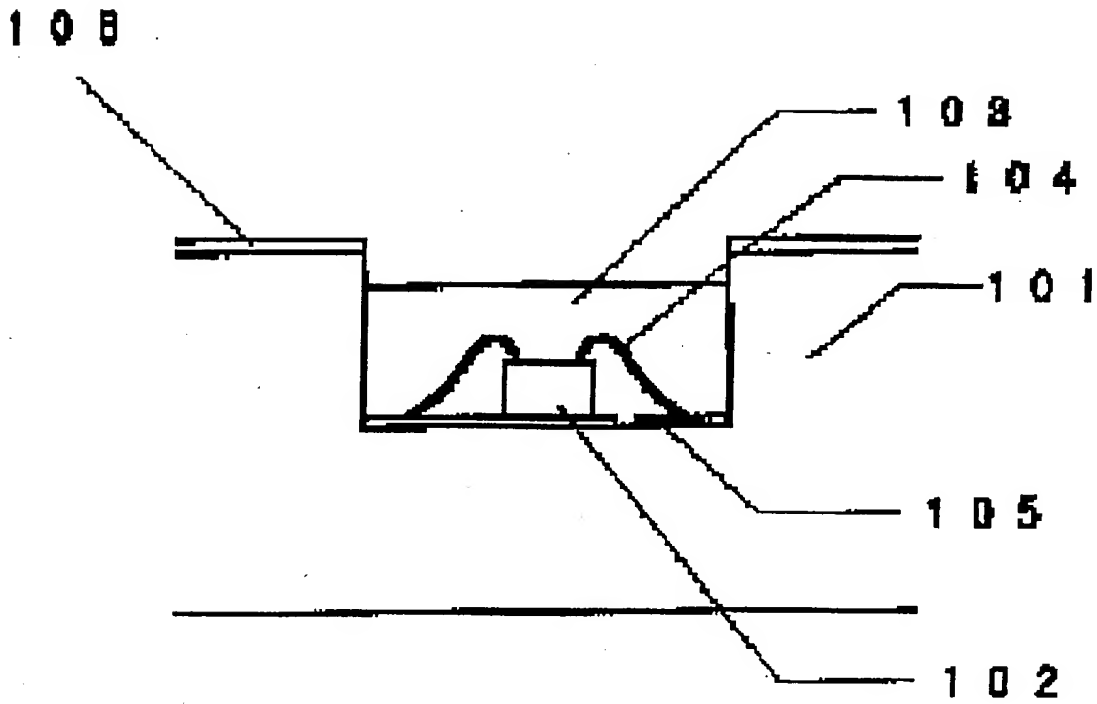


DESCRIPTION: A substrate 101 has a conductor wiring layer 105 where, for example, an electrical connection member such as an LED chip 102 and a conductive wire 104 and a plurality of recessed openings that contain a fluorescent substance are provided. A substrate with the conductor wiring layer 105 with the recessed openings preferably has an improved adhesion property with, for example, a coating part 103 that contains a fluorescent with improved heat radiation property. As a wiring substrate material with the recessed openings, a ceramic substrate, a metal substrate with a conductor wiring layer via an insulation layer, based on a metal and a heat-resistance organic resin substrate with a thermally conductive filler are listed. Especially, a ceramic substrate mainly consisting of alumina is preferable, in terms of heat radiation property and weather resistance.

- H01L33/00



INVESTOR IN PEOPLE



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-107322

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H01L 33/00

識別記号

F I

H01L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-257206

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月30日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 永峰 邦浩

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 泉野 訓宏

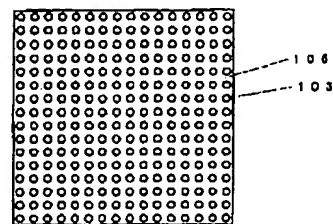
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 LED表示器

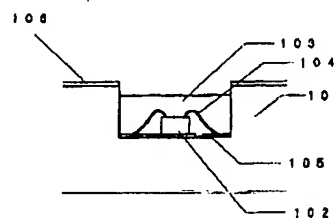
(57) 【要約】

【課題】本願発明は、高精細に白色系が発光可能な発光部を有するLED表示器に関する。

【解決手段】本願発明は、導体配線を配し2以上の凹状開口部を有する基板と、該凹状開口部内に前記導体配線と電気的に接続された窒化ガリウム系化合物半導体を発光層に有するLEDチップと、前記凹状開口部内を $(R E_{1-x} S i n_x)_2 (A l_{1-y} G a_y)_5 O_{12} : C e$  蛍光物質を有するコーティング部材で封止したLED表示器であって、前記基板がセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つであるLED表示器である。(但し、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、R Eは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。)



(A)



(B)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】導体配線を配し2以上の凹状開口部を有する基板と、該凹状開口部に前記導体配線と電気的に接続された窒化ガリウム系化合物半導体を発光層に有するLEDチップと、前記凹状開口部内を $(RE_{1-y}Sm_y) \cdot (Al_{1-y}Ga_y) \cdot O_{1.5}$ :Ce蛍光物質を有するコーティング部材で封止したLED表示器であって、前記基板がセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つであることを特徴としたLED表示器。但し、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、各種データを表示可能なディスプレイ、ラインセンサーの光源や表示器に関し、特に高精度に白色系が発光可能な発光部を有するLED表示器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】今日、RGB（赤色系、緑色系、青色系）において1,000mcdにも及ぶ超高輝度が発光可能なLEDチップがそれぞれ開発された。これに伴い、赤色系（R）、緑色系（G）、青色系（B）が発光可能な各LEDチップを用い混色発光させることでフルカラー表示させるLED表示器が設置されつつある。このようなLED表示器の使用目的例としてフルカラータイプを用いた大型映像装置の他に、屋内、屋外での文字表示板等がある。具体的には、図3の如くRGBが発光可能なLEDチップをそれぞれマウント・リードのカップ内に配置し、各LEDチップとインナー・リードとを導電性ワイヤー等を用いてそれぞれ電気的に接続させてある。また、各LEDチップ、導電性ワイヤー及びリードフレームの少なくとも一部をモールド樹脂で被覆させることによってLEDランプを構成してある。このようなLEDランプを用いてLED表示器を構成させる場合、プリント配線板にドットマトリクス状などに実装し、LED駆動回路基板と接続ピン又はコネクタを用いて接続することにより形成される。このようなLED表示器は、LEDランプ内の各LEDチップをそれぞれ発光させることによって白色系が発光可能である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、LEDチップは優れた単色性ピーク波長を有するが故、白色表示のみを表示させる白黒用ディスプレイなどにおいても各LEDチップを駆動させざるを得ない。また、各LEDチップを配置し電気的接続を取るためには、基板上のLEDランプがある程度の大きさを必要とする。さらに、RGBの混色性を向上させるためには、LEDチップを近づけるだけでは十分でない場合がある。混色性を向上させるためには、レンズ効果を持たせたモールド部

材などを利用する必要があった。そのため、LEDランプを利用したLED表示器の小型化には限界がある。

【0004】したがって、高細密ディスプレイ用途にはRGBのLEDランプなどが配置された単一のLEDランプ径（3〜5φ）に制限されドットピッチの低減が困難である。例えば16×16ドットを有するマトリクス状のディスプレイで、たとえ5φのLEDランプを用いてもドットピッチ約6mmの約9.6mm角ディスプレイ基板の作製が現在のところ限界である。

【0005】加えてリードフレームを有したLEDランプ構造では実装時、プリント基板に貫通孔が必要になるため、基板配線領域の減少に伴う配線設計の複雑さや接続ピン又はコネクタの配置が困難になるという問題が生ずる。さらに、LEDランプ形状ではランプ高さが10〜15mmになるのでディスプレイ部の厚さを薄くすることが困難である。また、LEDランプのレンズ形状により光源の指向特性が制限されており（例えば半値角±30度等）高視野角の表示装置用途としては不向な場合がある。

【0006】表面実装型LED（以下、チップタイプLEDとも呼ぶ。）の場合は、砲弾型ランプLEDなどよりも外形サイズをやや小さくすることができる。しかしながら、同一面内に多数個配置するには表面実装装置や補修工程を考慮して隣接するLEDチップ同士の間隔が必要になる。したがって、表面実装型LEDでも、RGBのLEDチップを積載させる場合は、高密度搭載が困難となる。

【0007】さらに、RGB3色が発光可能なLEDチップをそれぞれ用いた高密度実装LED表示器では、LEDランプのリードフレームなどからの放熱だけでは十分ではない。そのため、基板からの放熱が必要になりプリント配線板では困難と考えられる。したがって、本願発明は上記課題を解決するもので、高細密で高視野角、高信頼性、薄型化可能なLED表示器を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本願発明は、導体配線を配し2以上の凹状開口部を有する基板と、該凹状開口部に前記導体配線と電気的に接続された窒化ガリウム系化合物半導体を発光層に有するLEDチップと、前記凹状開口部内を $(RE_{1-y}Sm_y) \cdot (Al_{1-y}Ga_y) \cdot O_{1.5}$ :Ce蛍光物質を有するコーティング部材で封止したLED表示器であって、前記基板がセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つであることを特徴としたLED表示器である。（但し、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。）

## 【0009】

【作用】本願発明は、青色系発光が可能な窒化ガリウム

系化合物半導体を有するLEDチップと、 $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  蛍光物質と、を放熱性に優れ2以上の凹状開口部を近接して設けた導体配線層を有する基板上に配置させた場合においても、より高細密、高視野角な白色系が発光可能なLED表示器とすることができるものである。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本願発明者は、種々の実験の結果、特定の半導体発光素子、蛍光物質及びマトリックス基板を選択することにより混色性よく高細密に白色系発光可能なLED表示器とすることができることを見出し本願発明を成すに至った。

【0011】即ち、LEDチップと、このLEDチップからの光により励起される蛍光物質と、を2以上近接した開口部を有する基板に配する場合、LEDチップを窒化ガリウム系半導体、蛍光物質を $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ 、2以上の凹状開口部を有する基板をセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つとさせることによって混色性よく高細密に白色系発光可能なLED表示器としたものである。

【0012】LEDチップは、高輝度に青色系の発光が可能である。蛍光物質は、LEDチップからの発光によって効率良く且つ高照射下においても耐光性良くLEDチップからの発光色と補色関係などにある発光が可能である。また基板は、LEDチップ、蛍光物質を高細密に配置可能であると共にLEDチップからの熱を効率よく外部に放出可能ななどの特徴を有することが求められる。これらの条件を満たす本願発明の構成とすることによって、ドットピッチが2mmで開口部径が約1.5mmに至るような超高密度下においても、色ずれや発光輝度の低下が極めて少ないLED表示器とすることができるものである。

【0013】具体的な一例として、LEDディスプレイ装置を図1に示す。セラミックス基板のドットマトリクス状に配置された開口部内に発光部に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップをエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。導電性ワイヤーとして金線をLEDチップの各電極と、セラミックス基板上に形成された金メッキパターンと、にそれぞれ電気的に接続させてある。 $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  蛍光物質をシリコンゴム中に混合分散させたものを注入させ均一に硬化形成させる。このようなLED表示器に電力を供給させることによって発光させることができる。これらの発光は、LEDチップからの発光と、その発光によって励起された蛍光物質からの発光との混色により白色系などが発光可能である。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0014】(基板101)本願発明に用いられる基板101としては、LEDチップ102及び導電性ワイヤ

ー104などの電気的接続部材などと蛍光物質を含有させる複数の凹状開口部を設けた導体配線層105を有するものである。複数のLEDチップを直接同一基板上に高密度実装させるとLEDチップからの放熱量が多くなる。このLEDチップからの熱を十分放熱できず、また $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  蛍光物質を樹脂中に均一に分散させなければコーティング部の部分的な亀裂や着色などの劣化を生じさせる場合もある。

【0015】したがって、本願発明に用いられる凹状開口部を設けた導体配線層105を有する基板としては、放熱性の優れ蛍光物質を含有させたコーティング部103などとの密着性が良いことが望まれる。このような凹状開口部を有する配線基板材料としては、セラミックス基板、金属をベースにし絶縁層を介して導体配線層を有する金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂基板が挙げられる。これらの基板は、凹状開口部と配線部層を同一材料で形成することが可能であり、セラミックス基板では孔開き基板の積層、金属基板ではプレス加工、有機樹脂基板では樹脂成型により凹状開口部と配線部が一体化したLED表示器を簡単に形成させることができる。

【0016】特に、放熱性や耐熱性の点においてアルミナを主としたセラミックス基板がより好ましい。具体的には、原料粉末の90～99重量%がアルミナであり、焼結助剤として粘土、タルク、マグネシア、カルシア及びシリカ等が4～10重量%添加され1500から1700℃の温度範囲で焼結させたセラミックス基板、や原料粉末の40～60重量%がアルミナで焼結助剤として60～40重量%の珪石や硝子、コーンフライト、フォルステライト、ムライトなどが添加され800～1200℃の温度範囲で焼結させたセラミックス基板等である。

【0017】このような基板は、焼成前のグリーンシート段階で種々の形状をとることができる。配線105は、タングステンやモリブデンなど高融点金属を樹脂バインダーに含有させたものを配線パターンとして、グリーンシート上などで所望の形状にスクリーン印刷などさせることによって形成させることができる。また、開口したグリーンシートを基板に張り合わせるなどによりLEDチップや蛍光物質を含有させる開口部をも自由に形成させることができる。したがって、凹溝状や孔径の異なるグリーンシートを積層することで階段状の開口部側壁などを形成することも可能である。このようなグリーンシートを焼結させることによってセラミックス基板が得られる。また、それぞれを焼結させた後、接着させて用いてもよい。

【0018】また、最表面のグリーンシートに、 $Cr_2O_3$ 、 $MnO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Fe_2O_3$ などをグリーンシート自体に含有させることによって形成された基板表面1

0.6だけを暗色系にさせることができる。このような最表面を持った基板は、コントラストが向上しLEDチップや蛍光物質の発光をより目立たせることになる。

【0019】開口部に向かって広がった側壁は、更なる反射率を向上させることができる。凹状開口部の側壁形状は、LEDチップからの発光の損失を避けるために光学的に反射に適した直線上のテーパ角ないしは曲面、又は階段状が挙げられる。また、凹状開口部の深さは蛍光物質を分散したスラリーが流れ出るのを防止すると共に、LEDチップからの直射光を遮蔽しない範囲での角度により決められる。したがって、凹状開口部の深さは、0.3mm以上が好ましく、0.5mm以上2.0mm以内がより好ましい。

【0020】基板の凹状開口部は、LEDチップ及び蛍光物質を内部に配置させるものである。したがって、LEDチップをダイボンド機器などで直接積載などとすると共にLEDチップとの電気的接続をワイヤーボンディングなどで採るだけの十分な大きさがあれば良い。凹状開口部は、所望に応じて複数設けることができ、16×16や24×24のドットマトリックスや直線状など種々選択させることができる。凹状開口部のドットピッチが4mm以下の高細密の場合には、砲弾型LEDランプを搭載する場合と比較して大幅にドットピッチが縮小したものとすることができる。また、本願発明の構成では、このような高細密においてもLEDチップからの放熱性に関連する種々の問題を解決できる特に優れた高密度LEDディスプレイ装置となる。LEDチップと基板底部との接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどにより基板に設けられた配線と接着させると共に電気的に接続させるためにはAgペースト、ITOペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。また、基板上に形成された配線には、導電率、LEDチップや蛍光物質が配される基板底部の反射率などを向上させるために銀、金、銅、白金やこれらの合金を蒸着やメッキ処理などを施して形成させることもできる。

【0021】(蛍光物質)本願発明に用いられる蛍光物質としては、半導体発光層から発光された可視光及び紫外線で励起されて発光する蛍光物質をいう。具体的な蛍光物質としては、 $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_2O_{12}$ :Ce蛍光物質(但し、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素)である。窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップから発光した光と、蛍光物質から発光する光が補色関係などにある場合、LEDチップからの発光と、蛍光物質からの発光と、を混色表示させると白色系の発光色表示を行うことができる。凹状開口部に蛍光物質を充填させるためには、蛍光物質の粉体な

どを樹脂や硝子中に含有させLEDチップからの光が透過する程度に薄くさせることによって形成できる。蛍光物質と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより色温度の高い白色系を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0022】さらに、蛍光物質の含有分布は、混色性や耐久性にも影響する。すなわち、蛍光物質が含有された凹状開口部の表面側からLEDチップに向かって蛍光物質の分布濃度が高い場合は、外部環境からの水分などの影響をより受けにくく水分による劣化を抑制しやすい。他方、蛍光物質の含有分布をLEDチップから凹状開口部表面側に向かって分布濃度が高くなると外部環境からの水分の影響を受けやすいがLEDチップからの発熱、照射強度などの影響がより少なく蛍光物質の劣化を抑制することができる。このような、蛍光物質の分布は、蛍光物質を含有する部材、形成温度、粘度や蛍光物質の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光物質の分布濃度を、種々選択することができる。

【0023】本願発明の蛍光物質は、特にLEDチップと接する或いは近接して配置され放射照度として( $E_e$ ) $=3W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10W \cdot cm^{-2}$ 以下においても高効率に十分な耐光性を有することができる。

【0024】本願発明に用いられる蛍光物質は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが450nm付近などにさせることができる。また、主発光ピークも530nm付近にあり700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。しかも、組成のAlの一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0025】また、窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップと、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光物質(YAG)に希土類元素のサマリウム(Sm)を含有させた蛍光物質と、を有することによりさらに光効率を向上させることができる。

【0026】このような蛍光物質は、Y、Gd、Ce、Sm、Al、La及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Sm、Laの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を苛酸で共沈したものを経過して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化ア

ンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350~1450°Cの温度範囲で2~5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0027】 $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$  蛍光物質は、結晶中にGdを含有することにより、特に460nm以上の長波長域の励起発光効率を高くすることができる。ガドリニウムの含有量の増加により、発光ピーク波長が、530nmから570nmまで長波長に移動し、全体の発光波長も長波長側にシフトする。赤みの強い発光色が必要な場合、Gdの置換量を多くすることで達成できる。一方、Gdが増加すると共に、青色光によるフォトルミネセンスの発光輝度は徐々に低下する。したがって、pは0.8以下であることが好ましく、0.7以下であることがより好ましい。さらに好ましくは0.6以下である。

【0028】Smを含有する $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$  蛍光物質は、Gdの含有量の増加に関わらず温度特性の低下が小さい。このようにSmを含有させることにより、高温域における蛍光物質の発光輝度は大幅に改善される。その改善される程度はGdの含有量が高くなるほど大きくなる。すなわち、Gdを増加して蛍光物質の発光色調に赤みを付与した組成ほどSmの含有による温度特性改善に効果的であることが分かった。(なお、ここでの温度特性とは、450nmの青色光による常温(25°C)における励起発光輝度に対する、同蛍光物質の高温(200°C)における発光輝度の相対値(%)で表している。)

【0029】Smの含有量は $0.0003 \leq r \leq 0.08$ の範囲で温度特性が60%以上となり好ましい。この範囲よりrが小さいと、温度特性改良の効果が小さくなる。また、この範囲よりrが大きくなると温度特性は逆に低下してくる。 $0.0007 \leq r \leq 0.02$ の範囲では温度特性は80%以上となり最も好ましい。

【0030】Ceは $0.003 \leq q \leq 0.2$ の範囲で相対発光輝度が70%以上となる。qが0.003以下では、Ceによるフォトルミネセンスの励起発光中心の数が減少することで輝度低下し、逆に、0.2より大きくなると濃度消光が生ずる。

【0031】本願発明において、このような蛍光物質を2種類以上混合させてもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$ :Ce 蛍光物質を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。これにより、より色純度の高いLED表示器とさせることもできる。

【0032】(LEDチップ102)本願発明に用いられるLEDチップ102とは、 $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$ :Ce 蛍光物質を効率良く励起でき

る窒化物系化合物半導体である。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上にInGaIn等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混品度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0033】窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaIn、AlIn等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーパしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーパさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーパしただけではP型化しにくい。ためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低連電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0034】次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後(ハーフカット)、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライプライン(経線)を例えば基盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0035】本願発明において白色系を発光させる場合は、蛍光物質との補色関係や樹脂劣化等を考慮して発光素子の発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップと蛍光物質との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。本願発明の発光スペクトル例を図2に示す。450nm付近にピークを持つ発光がLEDチップからの発光であり、570nm付近にピークを持つ発光がL

LEDチップによって励起された蛍光物質の発光である。

【0036】(コーティング部材103)コーティング部材103とは、LEDチップ102の発光を変換する蛍光物質が含有されるものである。コーティング部材を構成するバインダーの具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。高密度にLEDチップを配置させた場合は、熱衝撃による導電性ワイヤーの断線などを考慮しエポキシ樹脂、シリコン樹脂やそれらの組み合わせなどのを使用することがより好ましい。また、蛍光物質自体が散乱性を持っているが、視野角をさらに増やすために拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0037】(導電性ワイヤー104)導電性ワイヤー104としては、LEDチップ102の電極と基板の配線とを接続させる電気的接続部材の1種であり、オーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}^2/\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}^2/\text{C}$ 以上である。また、作業性を考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、基板に設けられた導電性パターンなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0038】(表示装置)本願発明のLED表示器を駆動手段と接続させることによって白黒用LED表示装置とさせることができる。白黒用のLED表示器は、内部にLEDチップ及び蛍光物質を有する凹状開口部をマトリクス状などに配置し構成する。LEDチップを、LED表示器の外部端子を介して駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)と、RAMに記憶されるデータから発光部を所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、発光部を点灯させるドライバとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光部の点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

【0039】したがって、白黒用のLED表示装置は、RGBの各LEDチップを利用したフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化で

る。そのため、RGBの各LEDチップの半導体特性が異なることに伴う色むらなどが無いディスプレイなどとすることができる。また、蛍光物質によってLEDチップからの光が散乱されると共に白色系光源となるので、赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ、人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。また、蛍光物質が等方的に発光すること及びLEDチップからの発光が蛍光物質によって散乱されることにより視野角が広がる。以下、本願発明の具体的実施例について詳述する。

#### 【0040】

##### 【実施例】

(実施例1)ドットマトリクス状に凹状開口部を有する配線基板としてセラミックス基板を使用した。凹状開口部はセラミックス基板製造時に配線層のない孔開きグリーンシートを積層することで形成させた。配線層は、タングステン含有バインダーを所望の形状にスクリーン印刷させることにより形成させた。各グリーンシートは、重ね合わせて形成させてある。なお、表面層106にあたるグリーンシートには、基板のコントラスト向上のために酸化クロムを含有させてある。これを焼結させることによってセラミックス基板を構成させた。凹状開口部のドットピッチは、 $2.0 \text{ mm}$ 、開口部深さ $1.0 \text{ mm}$ 、 $16 \times 16$ ドットの全長 $32 \text{ mm}$ 角のセラミックス基板を使用し配線層はドットマトリクスに対応したコモン、信号線を敷設し表面はVLAゲムッキを施している。セラミックス基板からの信号線の取り出しは、金属コパールによる接続ピンを銀ろう接続により形成した。

【0041】また、半導体発光素子であるLEDチップとして、主発光ピークが $150 \text{ nm}$ のGaInN半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH<sub>4</sub>と $\text{Cl}_2$ と $\text{Al}_2\text{Cl}_3$ とを切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。(なお、P型半導体は、成膜後 $400^\circ\text{C}$ 以上でアニールさせてある。)

【0042】エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリング法により各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウェハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。この青色系が発光可能なLEDチップをエポキシ樹脂で基板開口部内の所定の場所にダイボンディング後、熱硬化により固定させた。その後 $25 \mu\text{m}$ の金線をLEDチップの各電極と、基板上の配線とにワイヤーボンディングさせることにより電気的接続をとった。

【0043】一方、蛍光物質は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を硫酸で共沈させた、これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと、を混合させ混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。形成された $(Y_{0.5}Gd_{0.5})_3Al_5O_{12}$ ：Ce蛍光物質80重量部、シリコンゴム90重量部をよく混合してスリラーとさせた。このスリラーをLEDチップが配置され、16×16のセラミックス基板の凹状開口部にそれぞれ注入させた。注入後、蛍光物質が含有された樹脂を130℃1時間で硬化させLED表示器を形成させた。この時のLED表示器の厚みはセラミックス基板の厚み2.0mmしかなく、砲弾型LEDランプ使用のディスプレイ装置と比較して大幅な薄型化が可能であった。

【0044】このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)及びRAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と階調制御回路の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備えたCPUの駆動手段と、を電氣的に接続させてLED表示装置を構成した。

【0045】こうして得られた白色系が発光可能なLED表示器を全て点灯させたときの平均色度点、色温度、演色性指数をそれぞれ測定した。それぞれ、色度点( $x=0.302$ ,  $y=0.291$ 、色温度8085K、 $R_a$ (演色性指数)=87.3と三波長型蛍光灯に近い性能を示した。また、寿命試験として温度25℃において一つのLEDチップあたり60mA通電を100時間させた場合においても変化は観測されなかった。このとき発光部近傍とセラミックス基板の裏面側とはほとんど温度差がなく効率よく放熱できていることが確認された。セラミックス基板の熱伝導性が良好なため、LED素子からの放熱対策も放熱フィン装着又は強制空冷等で容易に行えることも確認できた。また、本願発明は、LEDランプでLED表示器を構成させたものよりも歩留まりが高かった。これは、LEDランプの場合、半田付け不良に伴う実装信頼性が低い。しかし、本願発明ではワイヤーボンディングによる接続のため実装信頼性が高かったためと考えられる。

【0046】(実施例2)凹状開口部を有するセラミックス基板の代わりに、金属をベースにし絶縁層を介して導体配線層を有する金属基板を使用した以外は、実施例1と同様にしてLED表示器を構成させた。金属基板はプレス成形によりLEDチップからの反射率を低下させない直線状テーパ又は、曲面を有する側壁形状と自由に形成できることを確認した。

【0047】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本願発明は、LEDチップと、このLEDチップからの光により励起される蛍光物質と、を2以上近接した開口部を有する基板に配する場合、LEDチップを窒化ガリウム系半導体、蛍光物質を $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$ ：Ce、2以上の凹状開口部を有する基板をセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つとさせることによって、従来になく高視野角で、薄型化、高細密の1mmドット以下(例えば2mmピッチ)のドットマトリクス構造が形成可能な白色系LED表示器とさせることができる。また、LEDチップの指向特性がそのまま使用可能となり+60度半値角の高視野角LED表示装置の製造が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)は、本願発明のLED表示器を表す模式的正面図であり、図1(B)は、その部分断面図を示す。

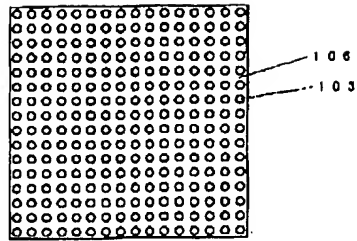
【図2】図2は、本願発明のLEDディスプレイ装置から放光を積分球により測定したスペクトル図である。

【図3】図3は、本願発明と比較のために示したRGBの各LEDチップを有するLEDランプの模式的断面図である。

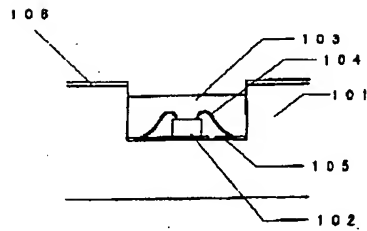
【符号の説明】

- 101・・・セラミックス基板
- 102・・・LEDチップ
- 103・・・コーティング部材
- 104・・・導電性ワイヤー
- 105・・・配線パターン
- 106・・・表面層
- 301・・・モールド樹脂
- 302・・・LEDチップ
- 303・・・インナー・リード
- 304・・・RGBの各LEDチップが配されたマウン  
トリード

【図1】

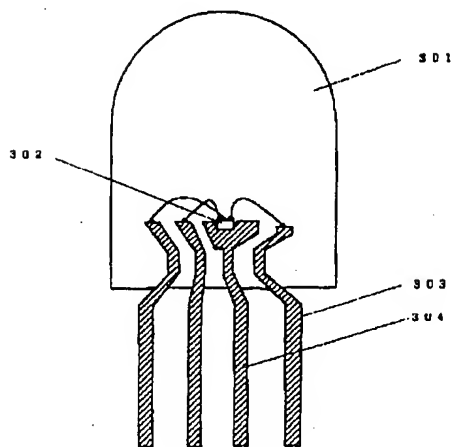


(A)

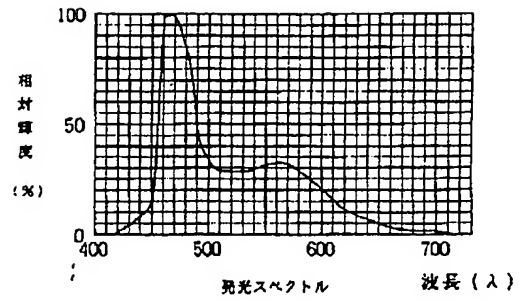


(B)

【図3】



【図2】



**JP10-107322**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] The invention in this application relates to the LED drop which has especially the light-emitting part with which a white system can emit light with high definition about the light source and the drop of a display and a line sensor which can display various data.

[0002]

[Description of the Prior Art] The LED chip which can emit light in the super-high brightness which also attains to 1000mcd(s) in RGB (a red system, a green system, blue system) was developed today, respectively. In connection with this, the LED drop which indicates by full color by carrying out color mixture luminescence using each LED chip with which a red system (R), a green system (G), and a blue system (B) can emit light is being installed. Other than large-scale image equipment using the full color type as an example of the purpose of use of such an LED drop, there is a character representation plate in indoor and the outdoors etc. Like drawing 3, the LED chip with which RGB can emit light is arranged in the cup of a mounting lead, respectively, and, specifically, each LED chip and an inner lead are electrically connected using a conductive wire etc., respectively. Moreover, the LED lamp is constituted by making a part of each LED chip, conductive wire, and leadframe [ at least ] cover with mold resin. When making an LED drop constitute using such an LED lamp, it mounts in a printed wired board in the shape of a dot matrix etc., and is formed by connecting using the LED drive circuit board, a contact pin, or a connector. When such an LED indicator makes each LED chip in an LED lamp emit light, respectively, a white system can emit light.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although an LED chip has the outstanding monochromatic peak wavelength, it makes each LED chip drive also in the display for black and white on which only a reason and a white display are displayed, and cannot obtain a colander. Moreover, in order to arrange each LED chip and to take electrical installation, the LED lamp on a substrate needs a certain amount of magnitude.

Furthermore, in order to raise the color mixture nature of RGB, it may not be enough just to bring an LED chip close. In order to raise color mixture nature, the mold member which gave the lens effectiveness needed to be used. Therefore, there is a limitation in the miniaturization using an LED lamp of an LED drop.

[0004] Therefore, it is restricted to the single diameter of an LED lamp (3-5phi) by which the LED lamp of RGB etc. has been arranged at the high minute display application, and reduction of a dot pitch is difficult. For example, it will be the display of the shape of a matrix which has 16x16 dots, and even if it uses the LED lamp of 5phi, now, production of dot pitchmm [ about 6mm ] about 96mm angle display board will be a limitation.

[0005] In addition, with LED lamp structure with a leadframe, since a through tube is needed for a printed circuit board at the time of mounting, the problem that the complexity of the wiring design accompanying reduction of a substrate wiring field and arrangement of a contact pin or a connector become difficult arises. Furthermore, since lamp height is set to 10-15mm in the shape of LED ramp type, it is difficult to make thickness of the display section thin. Moreover, the directional characteristics of the light source are restricted by the lens configuration of an LED lamp, and it may be unsuitable as a display application of a high angle of visibility (for example, \*\*30 half power angles etc.).

[0006] In the case of the surface mount mold LED (it is also hereafter called the chip type LED.), appearance size can be made a little smaller than the shell mold lamp LED etc. However, spacing of the LED chips which adjoin arranging a large number in consideration of surface mount equipment or a repair process is needed in the same field. Therefore, also with the surface mount mold LED, when making the LED chip of RGB load, high density loading becomes difficult.

[0007] Furthermore, the high-density-assembly LED drop using the LED chip with which RGB3 color can emit light is not enough respectively only at the heat dissipation from the leadframe of an LED lamp etc. Therefore, the heat dissipation from a substrate is needed and it is thought by the printed wired board that it is difficult. therefore, the thing to which the invention in this application solves the above-mentioned technical problem -- it is -- high -- minute -- a high angle of visibility and high-reliability -- a thin shape -- it aims at offering the LED drop [-izing / a drop ].

[0008]

[Means for Solving the Problem] the invention in this application -- a conductor -- the substrate which arranges wiring and has two or more concave openings, and these concave opening circles -- said conductor -- with the LED chip which has the gallium nitride system compound semiconductor electrically connected with wiring in a luminous layer. It is the LED drop which closed said concave opening circles by the coating member which has a  $3(\text{RE}1-x\text{SmX})(\text{aluminum}1-y\text{Ga})5\text{O}12:\text{Ce}$  fluorescent material. Said substrates are the ceramics, a metal substrate, and the LED drop characterized by being one chosen from the thermal-resistance organic resin containing a thermally conductive filler. (However,  $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ , and RE are a kind of elements chosen from the group which consists of Y, Gd, and La at least.)

[0009]

[Function] the conductor which the invention in this application excelled [conductor] the LED chip which has the gallium nitride system compound semiconductor in which blue system luminescence is possible, and the  $3(\text{RE}1-x\text{SmX})(\text{aluminum}1-y\text{Ga})5\text{O}12:\text{Ce}$  fluorescent material in heat dissipation nature, and approached and prepared two or more concave openings -- the case where it is made to arrange on the substrate which has a wiring layer -- also setting -- more -- a high minute one -- high -- it can consider as the LED drop with which an angle of visibility white system can emit light.

[0010]

[Embodiment of the Invention] an invention-in-this-application person chooses a semiconductor light emitting device, a specific fluorescent material, and a specific matrix substrate as a result of various experiments -- color mixture nature -- good -- quantity -- it came to accomplish the header invention in this application for the ability to consider as the LED drop in which white system luminescence is possible minute.

[0011] Namely, an LED chip and the fluorescent material excited by the light from this LED chip. When allotting the substrate which has opening which approached two or more, an LED chip A gallium nitride system semi-conductor, A fluorescent material  $3(\text{RE}1-x\text{SmX})(\text{aluminum}1-y\text{Ga})5\text{O}12:\text{Ce}$ , setting the substrate which has two or more concave openings to one chosen from the ceramics, a metal substrate, and the thermal-resistance organic resin containing a thermally conductive filler -- color mixture nature --

good -- quantity -- it considers as the LED drop in which white system luminescence is possible minute.

[0012] Luminescence of a blue system is possible for an LED chip in high brightness. Luminescence which has the luminescent color, complementary color relation, etc. with sufficient lightfastness from an LED chip under a high exposure efficiently by luminescence from an LED chip is possible for a fluorescent material. moreover, a substrate -- an LED chip and a fluorescent material -- quantity -- while being able to arrange minute, having which efficient description that can be emitted outside is called for in the heat from an LED chip. By considering as the configuration of the invention in this application which fulfills these conditions, a dot pitch can consider as an LED drop with very few falls of a color gap or luminescence brightness by 2mm under super-high density to which the diameter of opening results in about 1.5mm.

[0013] As a concrete example, LED display equipment is shown in drawing 1. The light-emitting part is made to have fixed the LED chip which used the gallium nitride system semi-conductor using an epoxy resin etc. in opening arranged in the shape of [ of a ceramic substrate ] a dot matrix. As a conductive wire, a gold streak is looked like [ each electrode of an LED chip, and the gold plate pattern formed on the ceramic substrate ], and is connected electrically, respectively. (RE1-xSmX) What carried out mixed distribution of the  $3(\text{aluminum}1-y\text{Gay})5\text{O}12:\text{Ce}$  fluorescent material into silicone rubber is made to pour in, and homogeneity is made to carry out hardening formation. Light can be made to emit by making such an LED drop supply power. A white system etc. can emit light with color mixture with luminescence from the fluorescent material with which these luminescence was excited by luminescence from an LED chip, and its luminescence. Hereafter, the configuration member of the invention in this application is explained in full detail.

[0014] (Substrate 101) the conductor which prepared two or more concave openings which make an electrical installation member etc. and fluorescent materials, such as the LED chip 102 and the conductive wire 104, contain as a substrate 101 used for the invention in this application -- it has a wiring layer 105. If high density assembly of two or more LED chips is carried out on a direct same substrate, the heat release from an LED chip will increase. If heat cannot be enough radiated in the heat from this LED chip and

(RE1-xSmX) homogeneity is not made to distribute a  $3(\text{aluminum}^{1-y}\text{Ga}^y)\text{SO}_{12}\cdot\text{Ce}$  fluorescent material in resin, degradation of the partial crack of the coating section, coloring, etc. may be produced.

[0015] therefore, the conductor which prepared concave opening used for the invention in this application -- it is desired for adhesion with the coating section 103 which heat dissipation nature was [ section ] excellent and made the fluorescent material contain as a substrate which has a wiring layer 105 to be good. as the wiring substrate ingredient which has such concave opening -- a ceramic substrate and a metal -- the base -- carrying out -- an insulating layer -- minding -- a conductor -- the metal substrate and the thermal-resistance organic resin substrate containing a thermally conductive filler which have a wiring layer are mentioned. The LED drop which these substrates can form concave opening and a wiring member with the same ingredient, and concave opening and the wiring section unified by resin molding with press working of sheet metal and an organic resin substrate at the ceramic substrate can be made to form simply in the laminating of a hole aperture substrate, and a metal substrate.

[0016] The ceramic substrate mainly especially concerned with the alumina in the point of heat dissipation nature or weatherability is more desirable. 90 - 96% of the weight of raw material powder is specifically an alumina. As sintering acid Viscosity, The ceramic substrate which talc, a magnesia, calcia, a silica, etc. are added four to 10% of the weight, and was made to sinter in a 1500 to 1700-degree C temperature requirement, 40 - 60% of the weight of \*\*\*\*\* powder is the ceramic substrate which 60 - 40% of the weight of borosilicate glass, a KOJU light, forsterite, a mullite, etc. are added as sintering acid with an alumina, and was made to sinter in the temperature requirement which is 800-1200 degrees C.

[0017] Such a substrate can take configurations various in the green sheet phase before baking. Wiring 105 can be made to constitute by carrying out screen-stencil etc. to a desired configuration on a green sheet etc. by using as a circuit pattern the thing which made the resin binder contain refractory metals, such as a tungsten and molybdenum. Moreover, opening which makes an LED chip and a fluorescent material contain can also be made to form freely by making the green sheet which carried out opening rival in a multilayer etc. Therefore, it is also possible to form a stair-like opening side attachment

wall etc. by carrying out the laminating of the green sheet with which the shape of a cylinder differs from an aperture. A ceramic substrate is obtained by making such a green sheet sinter. Moreover, it may be made to paste up and you may use, after making each sinter.

[0018] Moreover, only the substrate front face 106 formed by making the green sheet on the front face of the maximum contain  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , etc. in the green sheet itself can be made into a dark color system. The substrate with such a maximum front face also becomes contrast improving and highlighting luminescence of an LED chip or a fluorescent material more.

[0019] The side attachment wall which spread toward opening can raise the further reflection factor. In order that the side-attachment-wall configuration of concave opening may avoid loss of luminescence from an LED chip, the shape of a taper angle, a curved surface, or a stairway on the straight line which was optically suitable for reflection is mentioned. Moreover, the depth of concave opening is decided with the include angle in the range which does not cover the direct solar radiation from an LED chip while it prevents that the slurry which distributed the fluorescent material flows out. Therefore, the depth of concave opening has 0.3 desirablenmm or more, and 0.5mm or more its less than 2.0mm is more desirable.

[0020] Concave opening of a substrate arranges an LED chip and a fluorescent material inside. Therefore, while direct loading etc. carries out an LED chip by a die bond device etc., there should just be sufficient magnitude which can take electrical installation with an LED chip by wire bonding etc. Two or more concave openings can be prepared according to a request, and can make the shape of a dot matrix or a straight line etc. of 16x16 or 24x24 choose variously. the dot-pitch of concave opening -- quantity 4mm or less -- when minute, as compared with the case where a shell mold LED lamp is carried, the dot pitch should contract sharply moreover, such [ in the configuration of the invention in this application ] quantity -- even if it sets minute, it becomes the especially excellent high density LED display equipment which can solve the various problems relevant to the heat dissipation nature from an LED chip. Thermosetting resin etc. can perform adhesion with an LED chip and a substrate pars basilaris ossis occipitalis. Specifically, an epoxy resin, acrylic resin, imide resin, etc. are mentioned. Moreover,

while making it paste up with wiring prepared in the substrate with a face down LED chip etc., in order to make it connect electrically, Ag paste, an ITO paste, carbon paste, a metal bump, etc. can be used. Moreover, in order to raise conductivity, the reflection factor of the substrate pars basilaris ossis occipitalis on which an LED chip and a fluorescent material are arranged, etc., vacuum evaporation, plating processing, etc. can be performed to wiring formed on the substrate, and silver, gold, copper, platinum, and these alloys can also be made to form in it.

[0021] (Fluorescent material) The fluorescent material which is excited as a fluorescent material used for the invention in this application by the light and ultraviolet rays which emitted light from the semi-conductor luminous layer, and emits light is said. As a concrete fluorescent material, it is a  $3(RE_{1-x}Sm_x)(aluminum_{1-y}Ga_y)O_{12}:Ce$  fluorescent material (however, at least a kind of element chosen from the group which  $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y < 1$ , and RE become from Y, Gd, and La). When the light which emitted light from the LED chip using a gallium nitride system compound semiconductor, and the light which emits light from a fluorescent material have a complementary color relation etc., if luminescence from an LED chip and the luminescence from a fluorescent material are indicated by color mixture, the luminescent color display of a white system can be performed. In order to make concave opening fill up with a fluorescent material, it can form by making it thin to extent which is made to contain the fine particles of a fluorescent material etc. in resin or glass, and the light from an LED chip penetrates. The color tones of arbitration, such as an electric bulb color, including a white system with a high color temperature can be made to offer by choosing adjusting various ratios of a fluorescent material, resin, etc., and spreading and fills, and the luminescence wavelength of a light emitting device.

[0022] Furthermore, content distribution of a fluorescent material also influences color mixture nature and endurance. That is, it is easy to control degradation by moisture that it is harder to be influenced of the moisture from an external environment etc. toward an LED chip by the front-face side of concave opening which the fluorescent material contained when the distribution concentration of a fluorescent material is high. On the other hand, if distribution concentration becomes high toward an LED chip to a concave opening front-face side about content distribution of a fluorescent material, although it

will be easy to be influenced of the moisture from an external environment, the effect of generation of heat from an LED chip, exposure reinforcement, etc. can control degradation of a fluorescent material fewer. Such distribution of a fluorescent material can be made to form variously by making the member containing a fluorescent material, formation temperature, viscosity, the configuration of a fluorescent material, particle size distribution, etc. adjust. Therefore, various distribution concentration of a fluorescent material can be chosen according to a service condition etc.

[0023] Or especially the fluorescent material of the invention in this application touches an LED chip, it approaches, and it is arranged and it can perform thing sufficient efficient to \*\*\*\*\* also in -two or less -two or more  $(E_e) = 3 \text{ W-cm} / 10 \text{ W-cm}$  as irradiance.

[0024] The fluorescent material used for the invention in this application can be strong for heat, light, and moisture, and the peak of an excitation spectrum can make it carry out near 450nm etc. for garnet structure. Moreover, it has the broadcloth emission spectrum with which the main luminescence peak is also near 530nm, and lengthens the skirt to 700nm. And luminescence wavelength shifts to long wavelength in luminescence wavelength shifting to short wavelength in permuting a part of aluminum of a presentation by Ga, and permuting a part of Y of a presentation by Gd. Thus, it is possible to adjust the luminescent color continuously by changing a presentation. therefore, a long wave -- it has the ideal conditions for changing blue system luminescence of a nitride semi-conductor -- the reinforcement by the side of merit is continuously changed by the presentation ratio of Gd -- into white system luminescence.

[0025] Moreover, optical effectiveness can be further raised by having an LED chip using a gallium nitride system semi-conductor, and the fluorescent material which made the yttrium aluminum garnet fluorescent material (YAG) activated with the cerium contain the samarium (Sm) of rare earth elements.

[0026] An oxide or the compound which turns into an oxide easily at an elevated temperature is used for such a fluorescent material as a raw material of Y, Gd, Ce, Sm, aluminum, La, and Ga, it fully mixes them by stoichiometry, and obtains a raw material. Or the coprecipitation oxide which calcinates what coprecipitated the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, Ce, Sm, and La in the acid by stoichiometry with oxalic acid, and is obtained, and an aluminum oxide and an oxidation gallium are

mixed, and a mixed raw material is obtained. It can obtain by carrying out optimum dose mixing of the fluorides, such as ammonium fluoride, as flux at this, stuffing crucible, calcinating in the temperature requirement of 1350-1450-degreeC in air for 2 to 5 hours, obtaining a burned product, then carrying out the ball mill of the burned product underwater, and letting a screen pass at washing, separation, desiccation, and the last.

[0027] (Y1-p-q-rGdpCeqSmr) 5O3aluminum12 fluorescent material contains Gd during a crystal -- especially -- a long wave 460nm or more -- excitation luminous efficiency of a long region can be made high. By the increment in the content of a gadolinium, an emission peak wavelength moves to long wavelength from 530nm to 570nm, and also shifts the whole luminescence wavelength to a long wavelength side. When the strong

luminescent color of redness is required, the amount of permutations of Gd can be attained by making [ many ] it. On the other hand, while Gd increases, the luminescence brightness of photo luminescence by blue glow falls gradually. Therefore, as for p, it is desirable that it is 0.8 or less, and it is more desirable that it is 0.7 or less. It is 0.6 or less still more preferably.

[0028] 5O3(Y1-p-q-rGdpCeqSmr) aluminum12 fluorescent material containing Sm is not concerned with the increment in the content of Gd, but there are few falls of the temperature characteristic. Thus, by making Sm contain, the luminescence brightness of the fluorescent material in high temperature improves sharply. The extent improved becomes so large that the content of Gd becomes high. That is, it turned out that the presentation which increased Gd and gave redness to the luminescent color tone of a fluorescent material is effective for the temperature characteristic improvement by content of Sm. (In addition, it expresses with the relative value (%) of the hot (200-degreeC) luminescence brightness of this fluorescent material to the excitation luminescence brightness in the ordinary temperature (25-degreeC) by 450nm blue glow the temperature characteristic here.)

[0029] The content of Sm becomes 60% or more and has the desirable temperature characteristic in  $0.0003 \leq r \leq 0.08$ . If r is smaller than this range, the effectiveness of temperature characteristic amelioration will become small. Moreover, if r becomes large from this range, the temperature characteristic will fall conversely. In  $0.0007 \leq r \leq 0.02$ , the temperature characteristic becomes 80% or more, and is the most desirable.

[0030] As for Ce, relative luminescence brightness becomes 70% or more in  $0.003 \leq q \leq 0.2$ . Or less in 0.003, if a brightness fall is carried out and it becomes large from 0.2 conversely because the number of the excitation emission centers of photo luminescence according [ q ] to Ce decreases, concentration quenching will arise.

[0031] In the invention in this application, two or more kinds of such fluorescent materials may be mixed. That is, two or more kinds of  $3(\text{RE}_{1-x}\text{Sm}_x)\text{5O}_{12}:\text{Ce}$  (aluminum $_{1-y}\text{Ga}_y$ ) fluorescent materials with which the contents of aluminum, Ga, Y, La and Gd, or Sm differ can be mixed, and the wavelength component of RGB can be increased. It can consider as an LED drop with color purity high thereby more.

[0032] (LED chip 102) In the LED chip 102 used for the invention in this application, it is the nitride system compound semiconductor which can excite efficiently a  $3(\text{RE}_{1-x}\text{Sm}_x)\text{5O}_{12}:\text{Ce}$  fluorescent material. the LED chip which is a light emitting device -- MOCVD -- semi-conductors, such as InGaN, are made to form as a luminous layer on a substrate by law etc. As structure of a semi-conductor, the thing of a terrorism configuration is mentioned to the gay structure, hetero structure, or double which has MIS junction, PIN junction, a PN junction, etc. Various luminescence wavelength can be chosen by whenever [ ingredient or its mixed-crystal ]. [ of a semi-conductor layer ] Moreover, it can also consider as the single quantum well structure and multiplex quantum well structure where the semi-conductor barrier layer was made to form in the thin film which the quantum effectiveness produces.

[0033] When a gallium nitride system compound semiconductor is used, ingredients, such as sapphire, a spinel, and SiC, Si, ZnO, are used for a semi-conductor substrate. In order to make crystalline good gallium nitride form, it is desirable to use a sapphire substrate. Buffer layers, such as GaN and AlN, are formed on this sapphire substrate, and the gallium nitride semi-conductor which has a PN junction is made to form on it. A gallium nitride system semi-conductor shows N type conductivity in the condition of not doping an impurity. When making the N type gallium nitride semi-conductor of a request, such as raising luminous efficiency, form, it is desirable to introduce Si, germanium, Se, Te, C, etc. suitably as an N type dopant. On the other hand, when making a P type gallium nitride semi-conductor form, Zn, Mg, Be, calcium, Sr, Ba, etc. which are P type DOPANDO are made to dope. Only by doping a p-type dopant, since it is [ P-type-

] hard to use a gallium nitride system compound semiconductor, it is desirable to make it P-type by annealing after p-type dopant installation by heating, the low-speed electron beam irradiation, the plasma exposure, etc. at a furnace. After making the exposure of a P-type semiconductor and an N-type semiconductor form by etching etc., the sputtering method, a vacuum deposition method, etc. are used and each electrode of a desired configuration is made to form on a semi-conductor layer.

[0034] Next, after carrying out direct full cutting with the dicing saw with which the blade which has the edge of a blade made from a diamond rotates the formed semiconductor wafer or cutting the slot of width of face larger than edge-of-a-blade width of face deeply (half cutting), a semi-conductor wafer is broken according to external force. or the scribe in which the diamond stylus at a tip carries out both-way rectilinear motion -- a scribe line (circles of longitude) very thin to a semi-conductor wafer -- for example, after lengthening in a grid pattern, according to external force, a wafer is broken and it cuts in the shape of a chip from a semi-conductor wafer. Thus, the LED chip which is a gallium nitride system compound semiconductor can be made to form.

[0035] When making a white system emit light in the invention in this application, in consideration of complementary color relation with a fluorescent material, resin degradation, etc., the luminescence wavelength of a light emitting device has 400nm or more desirable 530nm or less, and 420nm or more 490nm or less is more desirable. In order to raise the effectiveness of an LED chip and a fluorescent material more, respectively, 450nm or more 475nm or less is still more desirable. The example of an emission spectrum of the invention in this application is shown in drawing 2.

Luminescence which has a peak near 450nm is luminescence from an LED chip, and luminescence which has a peak near 570nm is luminescence of the fluorescent material excited with an LED chip.

[0036] (Coating member 103) The fluorescent material which changes luminescence of the LED chip 102 contains the coating member 103. As a concrete ingredient of the binder which constitutes a coating member, transparency resin, glass, etc. excellent in weatherability, such as an epoxy resin, a urea resin, and silicone, are used suitably. When an LED chip is arranged to high density, it is more desirable to use an epoxy resin, silicone resin, those combined things in consideration of an open circuit of the conductive

wire by the thermal shock etc. Moreover, in order to increase an angle of visibility further, a dispersing agent may be made to contain, although the fluorescent material itself has dispersion nature. As a concrete dispersing agent, barium titanate, titanium oxide, an aluminum oxide, oxidation silicon, etc. are used suitably.

[0037] (Conductive wire 104) As a conductive wire 104, it is one sort of the electrical installation member to which the electrode of the LED chip 102 and wiring of a substrate are connected, and what has ohmic nature, mechanical-connections nature, good electrical conductivity, and good thermal conductivity is called for. As thermal conductivity, more than  $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/\text{degree C}$  is desirable, and it is more than  $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/\text{degree C}$  more preferably. Moreover, in consideration of workability etc., the diameters of a conductive wire are more than  $\phi 10 \text{ micrometer}$  and less than  $\phi 45 \text{ micrometer}$  ] preferably. Specifically, the conductive wire using metals and those alloys, such as gold, copper, platinum, and aluminum, as such a conductive wire is mentioned. Such a conductive wire can connect easily the conductive pattern prepared in the substrate by the wire-bonding device to the electrode of each LED chip.

[0038] (Display) It can consider as the LED display equipment for black and white by connecting the LED drop of the invention in this application to a driving means. The LED indicator for black and white arranges concave opening which has an LED chip and a fluorescent material inside in the shape of a matrix etc., and constitutes it. An LED chip is electrically connected to the lighting circuit which is a drive circuit through the external terminal of an LED drop. It can consider as the display which can display various images by the output pulse from a drive circuit. It is switched with the output signal of the gradation control circuit which calculates the gradation signal for making predetermined brightness turn on a light-emitting part from the data memorized by RAM (Random, Access, Memory) and RAM which make the indicative data inputted memorize temporarily as a drive circuit, and a gradation control circuit, and has the driver which makes a light-emitting part turn on. A gradation control circuit calculates the lighting time amount of a light-emitting part from the data memorized by RAM, and outputs a pulse signal.

[0039] Therefore, the LED display equipment for black and white can carry out [ highly minute ]-izing while being able to simplify circuitry naturally unlike the full color drop

using each LED chip of RGB. Therefore, it can consider as a display without the irregular color accompanying the semi-conductor properties of each LED chip of RGB differing etc. Moreover, since it becomes the white system light source while the light from an LED chip is scattered about with a fluorescent material, compared with red and the LED drop using a green chisel, the stimulus to human being's eyes is suitable for use of long duration few. Moreover, when luminescence from that a fluorescent material emits light isotropic and an LED chip is scattered about with a fluorescent material, an angle of visibility becomes large. Hereafter, the concrete example of the invention in this application is explained in full detail.

[0040]

[Example]

(Example 1) The ceramic substrate was used as a wiring substrate which has concave opening in the shape of a dot matrix, the hole concave opening does not have [ hole ] a wiring layer at the time of ceramic substrate manufacture -- the aperture green sheet was made to form by carrying out a laminating The wiring layer was made to form by making a desired configuration screen-stencil a tungsten content binder. You make it pile up each of each other's green sheet, and it is made to have formed. In addition, the green sheet equivalent to a surface layer 106 is made to have contained chrome oxide for the improvement in contrast of a substrate. The ceramic substrate was made to constitute by making this sinter. The dot pitch of concave opening laid the commonness corresponding to a dot matrix in a wiring layer, and a signal line using 2.0mm, an opening depth of 1.0mm, and the ceramic substrate of the overall-length the angle of 32mm of 16x16 dots, and the front face has performed nickel/Ag plating. The ejection of the signal line from a ceramic substrate formed the contact pin by metal cover by silver solder connection.

[0041] Moreover, the GaInN semi-conductor whose main luminescence peak is 450nm was used as an LED chip which is a semi-conductor light emitting device. the sapphire substrate top which made the LED chip wash -- TMG (trimethylgallium) gas, TMI (trimethyl in JUUMU) gas, nitrogen gas, and dopant gas -- carrier gas -- a sink and MOCVD -- it was made to form by making a gallium nitride system compound semiconductor form by law. The gallium nitride semi-conductor which has N type conductivity, and the gallium nitride semi-conductor which has P type conductivity were

formed, and the PN junction was made to form by changing  $\text{SiH}_4$  and  $\text{Cp}_2\text{Mg}$  as dopant gas. (In addition, annealing of the P-type semiconductor has been carried out above 400 degrees C after membrane formation.)

[0042] After exposing PN each semi-conductor front face by etching, each electrode was made to form by the sputtering method, respectively. In this way, after lengthening a scribe line, external force was made to divide the done semi-conductor wafer, and the LED chip was made to form as a light emitting device. The LED chip with which this blue system can emit light was made to fix to the predetermined location in substrate opening according to heat curing after die bonding with an epoxy resin. Electrical installation was taken by carrying out wire bonding of the 25-micrometer gold streak to each electrode of an LED chip, and wiring on a substrate after that.

[0043] On the other hand, the fluorescent material carried out coprecipitation of the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, and Ce in the acid by stoichiometry with oxalic acid. The coprecipitation oxide which calcinates this and is obtained, and an aluminum oxide are mixed, and a mixed raw material is obtained. Ammonium fluoride was mixed as flux to this, crucible was stuffed, it calcinated at the temperature of 1400-degreeC in air for 3 hours, and the burned product was obtained. The ball mill of the burned product was carried out underwater, and it was made to form in washing, separation, desiccation, and the last through a screen. The  $3(\text{Y}_0.5\text{Gd}_0.5)\text{aluminum}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  fluorescent material 80 weight section and the silicone rubber 90 weight section which were formed were often mixed, and it considered as the thriller. An LED chip is arranged and this thriller was made to pour into the concave opening circles of the ceramic substrate of 16x16, respectively. The resin which the fluorescent material contained was stiffened in 130-degree-C 1 hour, and the LED drop was made to form after impregnation. The thickness of the LED drop at this time had only the thickness of 2.0mm of a ceramic substrate, and large thin-shape-izing was possible for it as compared with the display unit of shell mold LED lamp use.

[0044] The driving means of CPU equipped with the driver which it is switched [ driver ] with the output signal of the gradation control circuit which calculates the gradation signal for making predetermined brightness turn on light emitting diode from the data memorized by RAM (Random, Access, Memory) and RAM which make the indicative

data inputted as this LED indicator memorize temporarily, and a gradation control circuit, and makes light emitting diode turn on was connected electrically, and the LED display equipment was constituted.

[0045] In this way, the average chromaticity point at the time of making all the LED drops with which the obtained white system can emit light turn on, the color temperature, and the color-rendering-properties characteristic were measured, respectively.

Respectively, it is a chromaticity point (the engine performance near  $x=0.302$ ,  $y=0.291$ , color temperature 8085K, and  $R_a$ (color-rendering-properties characteristic) =87.3 and a three-wave mold fluorescent lamp was shown.). Moreover, change was not observed when 60mA energization per LED chip was carried out in the temperature of 25 degrees C for 100 hours as life test. At this time, it was checked that the rear-face side of a SERAMISSUKU substrate near the light-emitting part does not almost have a temperature gradient, and heat can be radiated efficiently. Since the thermal conductivity of a ceramic substrate was good, it has also checked the cure against heat dissipation from an LED component, and that it could carry out easily by radiation-fin wearing or forced-air cooling. Moreover, the yield of the invention in this application was higher than the thing which made the LED drop constitute from an LED lamp. In the case of an LED lamp, this has the low mounting dependability accompanied by poor soldering. However, by the invention in this application, it thinks because mounting dependability was high for connection by wire bonding.

[0046] (Example 2) instead of [ of the ceramic substrate which has concave opening ] -- a metal -- the base -- carrying out -- an insulating layer -- minding -- a conductor -- the LED drop was made to constitute like an example 1 except having used the metal substrate which has a wiring layer. It checked that a metal substrate could be formed in the straight-line-like taper to which the reflection factor from an LED chip is not reduced by press forming or the side-attachment-wall configuration which has a curved surface, and freedom.

[0047]

[Effect of the Invention] The fluorescent material with which the invention in this application is excited by the light from an LED chip and this LED chip so that clearly from the above explanation, When allotting the substrate which has opening which

approached two or more, an LED chip A gallium nitride system semi-conductor. By setting the substrate which has  $3(RE1-xSmX)$  (aluminum $1-yGay$ ) $5O12:Ce$  and two or more concave openings for a fluorescent material to one chosen from the ceramics, a metal substrate, and the thermal-resistance organic resin containing a thermally conductive filler the high angle of visibility which is not in the former -- thin-shape-izing and quantity -- it can consider as the white system LED drop which can form the dot-matrix structure below minute 4mm dot (for example, 2mm pitch). Moreover, the directional characteristics of an LED chip become usable as it is, and manufacture of the high angle-of-visibility LED display equipment of a \*\*60-degree half power angle is possible.

[Claim(s)]

[Claim 1] a conductor -- the substrate which arranges wiring and has two or more concave openings, and these concave opening circles -- said conductor -- with the LED chip which has the gallium nitride system compound semiconductor electrically connected with wiring in a luminous layer It is the LED drop which closed said concave opening circles by the coating member which has a  $3(RE1-xSmX)$  (aluminum $1-yGay$ ) $5O12:Ce$  fluorescent material. The LED drop with which it was characterized by being one as which said substrate is chosen from the ceramics, a metal substrate, and the thermal-resistance organic resin containing a thermally conductive filler. However,  $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ , and RE are a kind of elements chosen from the group which consists of Y, Gd, and La at least.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**